Der Widerspenstigen Zähmung

LACKENTWICKLUNG // EFFIZIENTES VORGEHEN MITTELS STATISTISCHER VERSUCHSPLANUNG

Stefanie Feiler und Philippe Solot

Selbst im schwierigen Bereich Lacke gibt es durchaus Situationen, in denen sich statistische Versuchsplanung (engl. Design of Experiments, „DoE“) erfolgreich einsetzen lässt. Sie erlaubt unter anderem eine schnelle Identifikation vielversprechender Materialien im Rohstoffscreening, wodurch die Entwicklung spürbar beschleunigt wird. Woran liegt es dann, dass es so wenige Beispiele erfolgreicher Versuchsplanung in der Lackherstellung [1] gibt?
Zum einen sicher daran, dass Lacke komplexe Mischungen sind. Eine tiefer gehende experimentelle Untersuchung erfordert daher schnell viele Versuche. Ein anderer Grund könnte jedoch auch in der mangelnden Verbreitung der Methode liegen. Obwohl die Grundideen schon lange bekannt sind und selbst Literatur direkt zum Thema „Lack“ existiert [2–4], scheuen viele die vermeintlich schwierige Einarbeitung.
Statistik – das klingt zunächst abschreckend …

Moderne Zeiten

Mit heutigen Software-Tools stellen die meisten Schritte eines Versuchsplanungs(DoE)-Projekts jedoch kein Problem dar.
Im Expertensystem „Stavex“ [5] müssen z.B. nur die gewünschten Zielgrößen und die zu untersuchenden Einflussfaktoren eingegeben werden. Die Software generiert dann passende Versuchspläne. Der Benutzer muss nur noch die vorgeschlagenen Experimente durchführen. Nach Eingabe der Ergebnisse übernimmt das Tool die statistische Analyse und präsentiert die Ergebnisse in einem einfach verständlichen Bericht. Die Schwierigkeit liegt also eher darin, die Fragestellung korrekt in der Software abzubilden.

Rohstoffscreening

Bei einem Lackhersteller sollte ein 1-Komponenten-Hydro-Einschichtlack entwickelt werden, welcher direkt auf Stahloberflächen appliziert werden kann (sog. direct to metal (DTM)). Dennoch sollte die Beschichtung als Einschichtsystem ausreichende Schutzeigenschaften bieten.
Aufgrund der geforderten Trocknungs- bzw. Härtungsbedingungen sowie der UV-Beständigkeit der Beschichtung wurde eine Acrylat/Melamin-Kombination ausgewählt. In einem ersten Screening sollten die geeignetsten Bindemittel und Härterkomponenten sowie die einzusetzenden Korrosionsschutzpigmente bestimmt werden.

Ergebnisse auf einen Blick

- Statistische Versuchsplanung (engl. Design of Experiments – DoE) erlaubt ein effizientes Vorgehen bei den notwendigen Experimenten.
- Mit einer geeigneten Software wird nur eine kurze Einarbeitungszeit benötigt. Hier wurde STAVEX (www.aicos.com) vorgestellt.
- Im Bereich Lacke ist es wichtig, dass Mischungen mit Alternativkomponenten einfach spezifiziert werden können.
- Das Screening erlaubte in nur 20 Versuchen, klare Aussagen zu 5 Bindemitteln, 3 Melaminhärtern, 9 Korrosionsschutzpigmenten sowie 4 Prozessfaktoren zu erhalten.

Hierzu wurden auf Basis der Informationen verschiedener Rohstofflieferanten insgesamt fünf unterschiedliche Bindemittel sowie zwei Melaminhärter ausgewählt, welche ggf. noch mit einem dritten Melaminharz kombiniert werden sollten.
Da die Ermittlung der geeignetsten Korrosionsschutzpigmente am besten ebenfalls empirisch erfolgt, wurden insgesamt neun dieser Pigmente in die Untersuchungen einbezogen.
Außerdem sollte innerhalb der Versuchsserie gleichzeitig noch der Einfluss eines Säurekatalysators, einer Elastifizierungskomponente, eines Haftvermittlers sowie eines Rheologieadditives bestimmt werden.

Praktische Umsetzung

Bei der Eingabe in die Software ist allerdings nicht die Anzahl der möglichen Einflussfaktoren oder der einbezogenen Alternativ-Rohstoffe die Schwierigkeit. Es ist inzwischen Standard, dass eine Software gleichzeitig sowohl Mischungszusammensetzungen (hier die Bindemittel / Melaminhärter-Kombination) als auch weitere Einflussfaktoren optimieren kann.
Eine Besonderheit des verwendeten Expertensystems ist hier, dass die Spezifikation der Alternativen innerhalb der Mischung sehr einfach zu bewerkstelligen ist: Ein spezieller „Alternativen“-Button öffnet ein Fenster, in dem diese Angaben direkt per Mausklick vorgenommen werden können. *Abb. 1* zeigt, wie dies für die fünf Bindemittel und die beiden Melaminhärter durchgeführt wurde.
Für die neun Pigmente wird ein sog. qualitativer Faktor verwendet, bei dem die unterschiedlichen Niveaus für die einzelnen Pigmente stehen. Die weiteren vier potenziellen Einflussfaktoren können als „gewöhnliche“ quantitative Faktoren spezifiziert werden.

Fachkompetenz und Kreativität

Etwas Nachdenken erfordert jedoch die Frage, wie mit den unterschiedlichen Lösemittelgehalten der einzelnen Rohstoffalternativen umgegangen werden soll.
Im vorliegenden Fall wurde bei der Eingabe der zu untersuchenden Wertebereiche berücksichtigt, dass der Gesamtbindemittelanteil konstant bleiben sollte. Daher wurden die oberen und unteren Grenzen so festgelegt, dass die Summe der Bindemittel- und Härter-Komponente jeweils identisch war. Auch die Angaben für die Wertebereiche der anderen quantitativen Faktoren stimmen nicht mit den tatsächlichen Werten innerhalb der Rezepturen überein. Da sich die Einsatzmenge der Rohstoffe je nach Lösemittelanteil ändert, wäre die Umrechnung auf die tatsächlichen Rohstoffgehalte schwierig geworden.
Zur Vereinfachung des Vorgehens wurden stattdessen die im Versuchsplan vorgeschlagenen Zusammensetzungen im Nachhinein in die „realen“ Rezepturen umgerechnet, wobei ggf. leichte Korrekturen der Verarbeitungsviskosität durch Zugabe von destilliertem Wasser vorgenommen wurden.

Zielgrößen-Spezifikation

Um die Qualität der Beschichtung zu beschreiben, können verschiedene Kenngrößen ermittelt werden: Korrosions- und UV-Beständigkeit, Haftfestigkeit, Aussehen sowie Glanz / Glanzänderung. Die meisten dieser sog. Zielgrößen sind quantitativ und sollen minimal bzw. maximal werden.
Bei anderen Qualitätsparametern wie Erweichung, Blasenbildung oder Vergilbung nach der UV-Bestrahlung interessiert in der Regel nur, ob diese Probleme auftreten oder nicht. Sie können daher als qualitative Zielgrößen spezifiziert („ja“/„nein“) werden. Für eine höhere Genauigkeit lohnt es sich aber, eine quantitative Variante zu benutzen; beispielsweise könnte man das Aussehen auf einer Skala von 0–100 bewerten.

Sequenzielle Versuchsplanung

Nach erfolgter Eingabe schlägt die Software Versuchspläne vor. Dies geschieht bei dem verwendeten Expertensystem automatisch, abhängig von der Anzahl der einbezogenen potenziellen Einflussfaktoren. Zudem können Einschränkungen wie „maximal 15 % Additive“ angegeben werden. Sollten sich Angaben widersprechen, bemerkt dies die interne Kontrolle des Tools und fordert zur Korrektur auf.
Da es sich hier zunächst um ein eher grobes Screening handelte, wurden trotz der eher hohen Anzahl an Faktoren und Alternativen nur 20 Experimente benötigt.
Ein derartiges Screening erlaubt, erste Tendenzen herauszufinden: Auf welche Komponenten vermutlich verzichtet werden kann, welche mit maximalem Anteil beibehalten werden sollten, ob eine höhere oder tiefere Konzentration an Säurekatalysator von Vorteil ist etc.
In einem zweiten Schritt können dann die verbleibenden Faktoren genauer untersucht werden; dies ist insbesondere wichtig, um sich über mögliche Wechselwirkungen klar zu werden. Am Ende steht dann die detaillierte Optimierung der Lackrezeptur. Dieses Vorgehen der sog. „Sequenziellen Versuchsplanung“ garantiert maximale Effizienz.

Schnelle Resultate

Als wichtigste Zielgröße wurde die Unterwanderung der Beschichtung im Salzsprühnebeltest betrachtet. Die Auswertung der Messergebnisse ergab, dass die Kombination von Bindemittel 1 mit Melaminhärter 3 sowie Korrosionschutzpigment 3 die höchsten Beständigkeitseigenschaften zeigte. Der Melaminhärter 1 wurde zwar in der Auswertung als wichtig erachtet, jedoch am besten in der geringsten gewählten Konzentration. Dies liegt daran, dass das von der Software berechnete Modell auf einen Zusammenhang zwischen höheren Werten der Unterwanderung und einer höheren Konzentration des Melaminhärters 1 hinweist. Diese Komponente wurde daher in den weiteren Untersuchungen nicht mehr berücksichtigt. Als vorteilhaft erwiesen sich außerdem der Einsatz des Säurekatalysators, der Elastifizierungskomponente sowie des Reheologieadditives. Die sonstigen Faktoren wurden als unbedeutend eingestuft.
Die 4-D-Grafik aus „Stavex“ in *Abb. 2* verdeutlicht das Verhalten des Systems für Bindemittel 1 bei minimalem Anteil von Melanimhärter 1 in Abhängigkeit vom Säurekatalysator (x-Achse), dem Melaminhärter 3 (y-Achse, verdeckt) sowie der Elastifizierungskomponente (z-Achse), bei festgelegten Werten für die anderen untersuchten Faktoren.
Da die Unterwanderung möglichst klein sein soll, ist offensichtlich, dass tendenziell die höheren Mengen vorteilhaft sind (roter Bereich). Ähnlich einfach ist das Screening für die Pigmente. *Abb. 3* zeigt einen sog. Multiplot, wie er im Expertensystem erhalten werden kann. Hier ist die Unterwanderung für die verschiedenen Pigmente gegen Bindemittel 1 und Melaminhärter 3 dargestellt – wieder bei fest gewählten Werten für die anderen Einflussfaktoren und einer minimalen Menge an Melaminhärter 1.
Man erkennt eine klare Abstufung der verschiedenen Pigmente. Die kleinsten Werte werden mit Pigment 3 erzielt (rote Färbung). Dann folgen Pigmente 2 / 4 sowie 1, 6 und 9. Deutlich schlechter schneiden Pigmente 5, 8 und insbesondere 7 ab.
Eine analoge Darstellung für andere wichtige Zielgrößen bestätigt, dass Pigment 3 jeweils zu guten Ergebnissen führt. Auch Pigmente 2 und 4 verhalten sich zufriedenstellend, während Pigment 7 in allen Fällen das Schlusslicht bildet. Andere Pigmente, wie Pigment 9 und 1, erzielen je nach Zielgröße unterschiedliche Ergebnisse. Auf Basis der erhaltenen Resultate wurde im Anschluss die weitere Rezepturanpassung durchgeführt.

Viele Zielgrößen

Möchte man mehrere Zielgrößen gemeinsam optimieren, bietet sich auch die Verwendung einer Wünschbarkeitsfunktion (engl. „Desirability“) an. Sie erlaubt eine automatische Kompromissfindung für verschiedene Qualitätskriterien. *Abb. 4* visualisiert die Wünschbarkeitsfunktion, die die optimale Kombination für eine minimale Unterwanderung der Beschichtung sowie einen minimalen Rostgrad auf der Oberfläche und beim Kantenrost

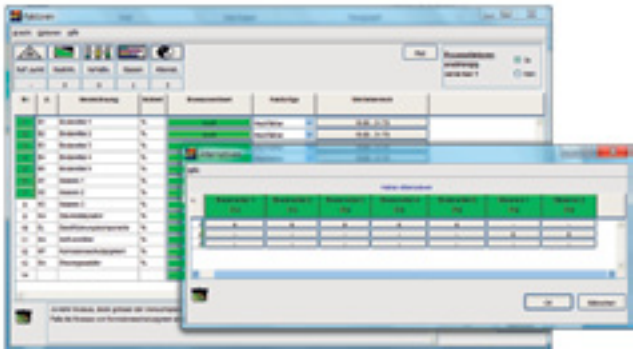

Abb. 1 // Einfache Spezifikation von Prozess- und Mischungsfaktoren (grün markiert) sowie Definition von Alternativfaktoren, im DoE-Expertensystem „Stavex“

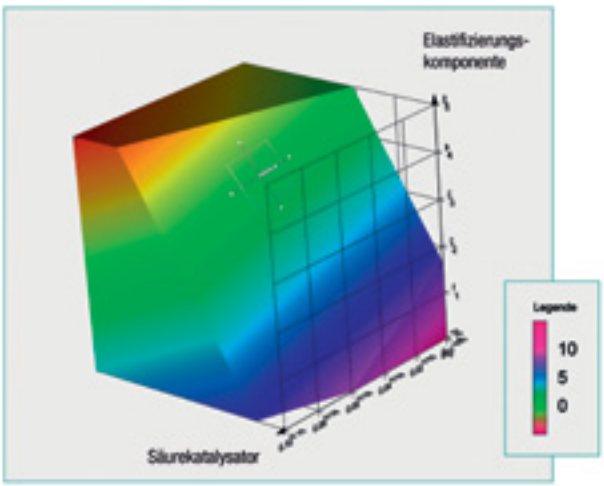

Abb. 2 // 3-D-Plot („Stavex“-Grafik): x-Achse: Säurekatalysator, y-Achse (verdeckt): Melaminhärter 3, z-Achse: Elastifizierungskomponente.
Die Farbcodierung rot (min) zu ultraviolett (max) gibt die Unterwanderung der Beschichtung im Salzsprühnebeltest an. Diese ist minimal bei den höchsten Konzentrationen aller drei Parameter

im Salzsprühnebeltest darstellt (in Abhängigkeit der Mengen an Bindemittel 1 und Melaminhärter 3, bei festen Werten für die anderen untersuchten Faktoren).
Würde eine dieser Zielgrößen außerhalb der Spezifikationen liegen, wäre die Wünschbarkeit 0. Ein idealer Kompromiss, bei dem alle Zielgrößen ihr gewünschtes Optimum erreichen, ist durch eine Wünschbarkeit von 1 gekennzeichnet. Man sieht deutlich, dass dieser Fall bei höheren Mengen der beiden Komponenten tatsächlich eintritt. Je nach Bedarf können bei der Wünschbarkeitsfunktion auch Gewichtungen vorgenommen werden. Beispielsweise könnte angegeben werden, dass Aussehen und Glanz im Verhältnis zur Unterwanderung der Beschichtung im Sprühnebeltest weniger stark ins Gewicht fallen sollen, und sie daher nur eine geringere Gewichtung, z. B. ausgedrückt durch den Exponenten von 0.5, erhalten.
Bei sehr schlechten Ergebnissen für diese Zielgrößen würde das entsprechende Lacksystem eine schlechte „Gesamtnote“ erhalten; kleinere Abweichungen wären jedoch nicht relevant.

Grenzen

Obwohl die statistische Versuchsplanung durch ihren systematischen Ansatz in vielen Fällen die Arbeit erleichtert, hat sie in komplexen Situationen auch ihre Grenzen. Die Experten bei dem Lackhersteller betonen, dass sich ihrer Meinung nach die statistische Versuchsplanung vor allem für das Rohstoff-Screening sowie für abschließende Optimierungen am Ende des Entwicklungszyklus eignet.
Lackrezepturen bestehen oftmals aus einer Vielzahl an Komponenten, welche vielfältige und teilweise auch nicht vorher abschätzbare Wechselwirkungen miteinander zeigen.
Eine systematische Analyse aller Wechselwirkungen würde daher zu einer großen Anzahl an Versuchen führen. Für eine sorgfältige Modellierung könnte es zudem noch angebracht sein, auch quadratische oder sogar kubische Effekte mit einzubeziehen, was notwendige Anzahl an Versuchen weiter erhöht. Mit Ausnahme des Einsatzes von sog. High-Throughput-Experimentation können diese in der Praxis nicht mehr abgearbeitet werden. Daher ist das übliche Vorgehen innerhalb der Modellierungsphase ein wiederholter Komponententausch eines Rohstoffes, wobei jeweils die Wechselwirkungen mit zahlreichen anderen Lackbestandteilen in Betracht gezogen werden müssen. Dieser Schritt basiert maßgeblich auf der Fachkenntnis und Erfahrung der Entwickler, da ein reines Trial-and-Error-Vorgehen selbstverständlich nicht effizient ist. Es wäre sehr aufwändig, dieses Zusatzwissen derart zu formalisieren, dass →

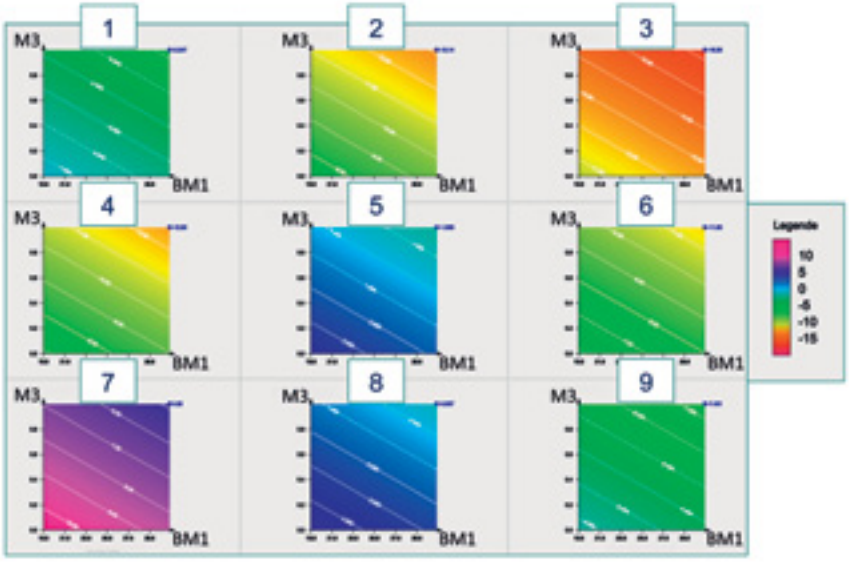

Abb. 3 // Vergleich der Korrosionspigmente 1–9 („Stavex“-Grafik). x-Achse: Bindemittel 1 (BM1), y-Achse: Melaminhärter 3 (M3)
Die Farbcodierung rot (min) zu ultraviolett (max) gibt die Unterwanderung der Beschichtung im Salzsprühnebeltest an. Diese ist minimal für Pigment 3 (rechts oben), insbesondere bei höheren Konzentrationen an Bindemittel 1 und Melaminhärter 3

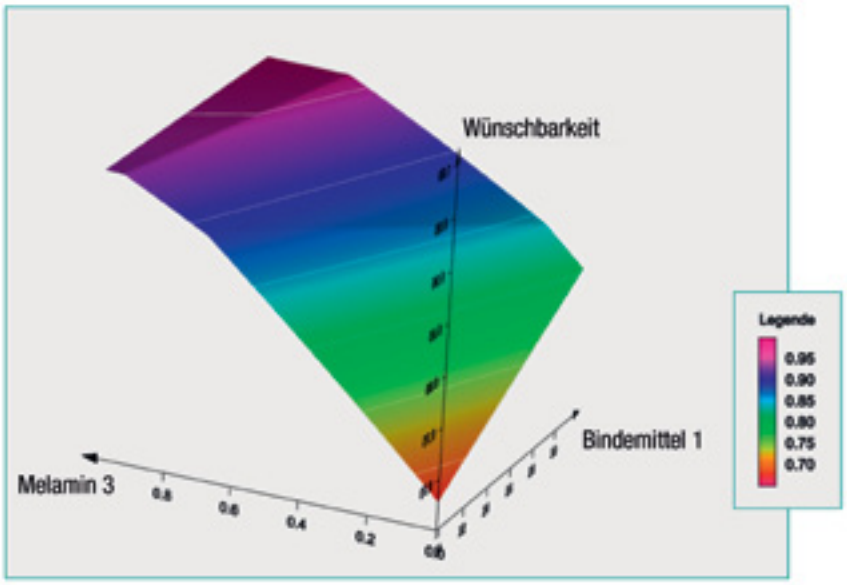

Abb. 4 // Surface-Plot der Wünschbarkeit („Stavex“-Grafik). x-Achse: Bindemittel 1, y-Achse: Melaminhärter 3.
Die Wünschbarkeit (z-Achse) gibt an, wie gut verschiedene Zielgrößen miteinander kombinierbar sind, und erlaubt so eine automatische Kompromissfindung (hier zwischen Unterwanderung der Beschichtung, Rostgrad auf der Oberfläche und Kantenrost im Salzsprühnebeltest). Der Wert 1 (violett) bedeutet eine perfekte Erfüllung aller Spezifikationen

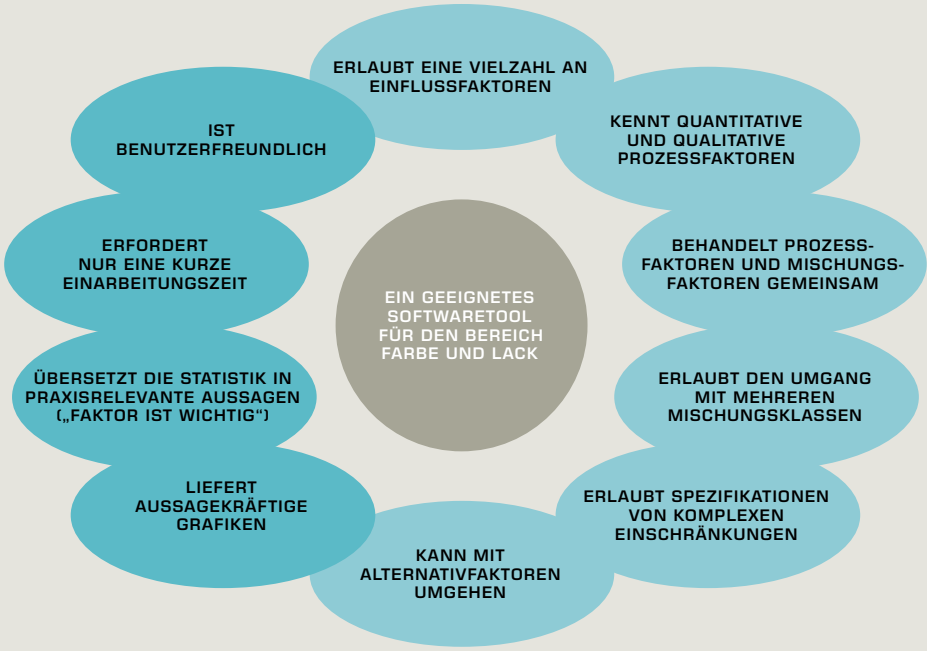

Abb. 5 // Anforderungen an eine Versuchsplanungssoftware im Bereich Farbe und Lack

die Situation innerhalb der Software korrekt abgebildet wird und sich somit die Zahl der vorgeschlagenen Versuche auf einen praktikablen Umfang reduziert.
Im Gegensatz hierzu erleichtert die Versuchsplanung die Arbeit wieder deutlich bei der endgültigen Suche nach den besten Feineinstellungen.

Informationsgewinn

Natürlich bedeutet ein systematisches Vorgehen mit statistischer Versuchsplanung einen gewissen Aufwand, aber das erhaltene Zusatzwissen ist dies wert. Es wird nicht nur einfach eine Lackkomposition gefunden, welche die an sie gestellten Anforderungen erfüllt. Da der gesamte interessierende Faktorraum abgesucht wurde, weiß man auch, dass diese Mischung in diesem Rahmen optimal ist.
Als Zusatzinformation kennt man die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten besser; idealerweise hat man neue Ideen über die physikalischen Gesetzmäßigkeiten erhalten. Auch die Aussage, auf welche Bestandteile getrost verzichtet werden kann, ist sehr hilfreich.

FARBE UND LACK // BIBLIOTHEK

Lackrohstoffkunde
Paolo Nanetti // 2013 // 248 Seiten // gebunden
79,- € // Bestell-Nr. **654** // Als eBook mit Best-Nr. **654_PDF**

JETZT BESTELLEN:
www.farbeundlack.de/shop
bestellung@vincentz.net

Lackrohstoffkunde

PAOLO NANETTI // 4., ÜBERARBEITETE AUFLAGE

Paolo Nanettis Lackrohstoffkunde ist ein echter Klassiker unter den Basiswerken. Als effizientes Nachschlagewerk bietet es eine optimale Übersicht zur Chemie, Systematik und Wirkungsweisen von Lackrohstoffen. Und auch Seiteneinsteiger – wie z.B. Kaufleute – eignen sich mit Lackrohstoffkunde ganz einfach grundlegendes Wissen an. Die nun vorliegende 4. Ausgabe wurde angereichert um neue Rohstoff- und Technologieentwicklungen, wie z.B. die zukunftsorientierte Lackherstellung mit Hilfe von nachwachsenden Rohstoffen. Ein Handbuch, das seinen festen Platz in der Lackindustrie längst gefunden hat! **Auch als eBook erhältlich!**

VINCENTZ

Vincentz Network // Postfach 6247 // 30062 Hannover // Deutschland // T +49 511 9910-033 // F +49 511 9910-029

FARBEUNDLACK // SEMINARE

exklusiv
fokussiert
interaktiv

Werden Sie in fünf Tagen zum Farbexperten

Foto: Bruce Shippee/fotolia

ZUSATZTERMIN im Oktober // Aufgrund der hohen Nachfrage

Wir bieten

- Zwei Module rund um die Coloristik, entwickelt von der Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e.V. (FPL) gemeinsam mit seinen Mitgliedern, insbesondere dem Verband der Mineralfarbenindustrie (VdMi).
- Umfassendes praxisorientiertes und zielgerichtetes Wissen des heutigen Coloristen.
- Farbmetrische Vermessung ihrer Farbproben aus der täglichen Praxis.

Modul 1 //

Einführung in die Coloristik
6.10. – 7.10.2014 // Stuttgart

Modul 2 //

Tiefere Einblicke in die Farbmetrik
8.10 – 11.10.2014 // Stuttgart

Detaillierte Informationen und Online Anmeldung:

www.farbeundlack.de/Veranstaltungen/COLORISTIK

Ihr Kontakt // Kristin Roubinek
Vincentz Network // Plathnerst. 4c // 30175 Hannover
T +49 511 9910-274 // F +49 511 9910-279
Kristin.Roubinek@vincentz.net

VINCENTZ

EC European Coatings CONFERENCE

Novel biocide technology

29 – 30 September 2014 | Düsseldorf, Germany

The red card for foul play!

The upcoming European Coatings CONFERENCE on "Novel biocide technology" will address the challenges for the paints and coatings industry regarding biocides and will give an overview on latest developments in biocide systems and antimicrobial coatings.

Update your knowledge on:

» Future demand in compliance with REACH
» Long lasting antimicrobial coatings applications
» 100 % green biocides
» Encapsulation and leaching of biocides for façades
» Market trends for anti-fouling in the shipping industry

Detailed programme and online registration at:
www.european-coatings.com/ecc

Soure: Flexmedia – Fotolia

Your contact:
Matthias Janz
Vincentz Network
T +49 511 9910 273
matthias.janz@vincentz.net

VINCENTZ

Schließlich kann flexibel definiert werden, was „optimal“ ist: die klassischen Beständigkeitsparameter wie Unterwanderung bzw. Rostbildung (die am besten gemeinsam mithilfe einer sog. „Wünschbarkeitsfunktion“ optimiert werden) oder sollte vielleicht nicht doch der Glanzgrad stärker mit einbezogen werden? Durch die Zuordnung von Kostensätzen zu quantitativen Faktoren kann gleichzeitig auch ermittelt werden, mit welchen minimalen Kosten die an das Beschichtungssystem gestellten Anforderungen zu erfüllen sind.

Fazit

Unabdingbar für eine Versuchsplanungs-Analyse ist ein Software-Tool, das flexibel die jeweiligen Fragestellungen umsetzt. Eine genaue Übersicht über die Anforderungen gibt *Abb. 5*. Um eine gute Akzeptanz bei den beteiligten Mitarbeitern zu erreichen, muss die Software zudem benutzerfreundlich und einfach zu bedienen sein. Dann kann sie ohne lange Einarbeitung benutzt werden und Erfolgserlebnisse stellen sich frühzeitig ein. Im Bereich Lacke ist ein weiterer wichtiger Punkt, dass Mischungen mit Alternativen einfach behandelt werden können, wie dies beim eingesetzten Expertensystem der Fall ist.

Danksagung

Dieser Beitrag entstand mit freundlicher Unterstützung und Mitwirkung von FreiLacke – Emil Frei GmbH & Co. KG / www.freilacke.de.

Literatur

[1] *Harrer, R.; Arzt, A; Schafheutle, M.:* Fest auf Kunststoff, FARBE UND LACK 3/2012, S. 26–28
[2] *Montgomery, D.:* Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons 2012
[3] *Kleppmann, W.:* Versuchsplanung: Produkte und Prozesse optimieren, Hanser 2011
[4] *Rössler, A.:* Lackentwicklung mit statistischer Versuchsplanung, Vincentz Network 2011
[5] Aicos Technologies: Stavex 5.2: Expertensystem für die einfache Versuchsplanung und -auswertung, 2013, www.aicos.com

DR. STEFANIE FEILER
studierte Mathematik und Chemie an der Universität Tübingen und promovierte in Statistik an der Universität Heidelberg. Seit 2005 arbeitet sie bei der Aicos Technologies AG und hat in dieser Zeit unter anderem zahlreiche Projekte im Bereich statistischer Versuchsplanung betreut.

DR. PHILIPPE SOLOT
ist Gründungsmitglied und CEO der 1996 gegründeten Aicos Technologies AG, einer auf industrielle Statistik spezialisierte Beratungsfirma.

DR. STEFANIE FEILER
Aicos Technologies AG

„Völlig unabhängig vom Einsatzgebiet“

INTERVIEW // STATISTISCHE VERSUCHSPLANUNG DIENT DER STRUKTURIERTEN DURCHFÜHRUNG VON EXPERIMENTEN

Für wen eignet sich der Einsatz von statistischer Versuchsplanung?
Statistische Versuchsplanung ist die Methode der Wahl, sobald Experimente durchgeführt werden müssen. Damit ist sichergestellt, dass strukturiert vorgegangen wird. Im Gegensatz zum herkömmlichen Vorgehen, nur einen Faktor auf einmal zu ändern, wird der gesamte Bereich abgedeckt, und es können hier auch Wechselwirkungen mit einbezogen werden. Und weil der Zusammenhang zwischen Einflussfaktoren und Zielgröße eben rein mathematisch untersucht wird, ist die Methode völlig unabhängig vom Anwendungsgebiet: also ebenso geeignet für die Entwicklung eines Lacks oder eines Medikaments wie zur Prozessoptimierung auf einer grossen Anlage – zur Pigmentherstellung, im Pharmabereich, für Kunststoffe...

Warum gilt der Lackbereich hier als schwierig?
Eine Lackformulierung besteht aus vielen Komponenten, für die es wieder verschiedene Alternativen gibt: beispielsweise die im Artikel angesprochenen verschiedenen Korrosionsschutzpigmente. Das macht die Entwicklung eines Lacks sehr komplex. Ohne zusätzliches Vorwissen und eine gut überlegte Experimentierphase landet man schnell bei sehr viel Versuchen. Die anschließende Prozessoptimierung ist dann wieder deutlich einfacher.

Wo stößt die statistische Versuchsplanung an ihre Grenzen?
Nirgends. Für einige komplexe Anwendungen gibt es speziell angepasste Pläne, und im technischen Bereich (Flugzeugbau) werden beispielsweise Versuchsplanung und computerbasierte Simulationen gemeinsam eingesetzt.
Aber ehrlich gesagt kommt man in der Lackformulierung wohl nicht schnell zum Ziel, wenn man nicht auf eine gewisse Fachkompetenz – Zusatzwissen über Zusammenhänge und potenziell vielversprechende Komponenten – zurückgreifen kann. Am besten wird dies aber mit in die Versuchsplanung eingebaut, sonst wird man am Ende von seinen „Lieblingskomponenten“ in die Irre geführt.

// Kontakt: sfeiler@aicos.com
Das Interview führte Kirsten Wrede

EC European Coatings Show 2015

PLUS **Adhesives, Sealants, Construction Chemicals**

Nuremberg, Germany, 21 – 23 April 2015

European Coatings Congress, 20 + 21 April 2015

european-coatings-show.com

NÜRNBERG MESSE

Organization
NürnbergMesse
Tel +49 (0) 9 11.86 06-49 00
visitorservice@nuernbergmesse.de
european-coatings-show.com

Organizer
Vincentz Network
Tel +49 (0) 5 11.99 10-2 70
events@european-coatings.com
european-coatings.com

VINCENTZ